

**ANALISIS KONSOLIDASI TANAH LEMPUNG LUNAK
DENGAN LIMBAH BETON SEBAGAI DRAINASE VERTIKAL**

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Program Studi S-1 Teknik Sipil



disusun oleh:

Dwita Rakhma Dani

D 100 140 077

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2018

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KONSOLIDASI TANAH LEMPUNG LUNAK DENGAN LIMBAH BETON SEBAGAI DRAINASE VERTIKAL

Tugas Akhir

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran

Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji

Pada Tanggal : 11 Juli 2018

Diajukan oleh:

DWITA RAKHMA DANI

D 100 140 077

Susunan Dewan Penguji:

Dosen Pembimbing

Anto Budi Listyawan, S.T., M.Sc.

NIK: 913

Dosen Penguji I

Agus Susanto, S.T., M.T.

NIK:787

Dosen Penguji II

Ir. Renaningsih, M.T.

NIK:733

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil

Surakarta, 23 Juli 2018

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Sri Sunarjono, PhD.

NIK:682

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Mochamad Solikin, PhD.

NIK:792

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Bismillahirrohmanirrohim,

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : DWITA RAKHMA DANI

NIM : D 100 140 077

Program Studi : S1 - TEKNIK SIPIL

Judul Skripsi : ANALISIS KONSOLIDASI TANAH LEMPUNG LUNAK
DENGAN LIMBAH BETON SEBAGAI DRAINASE
VERTIKAL

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya buat dan serahkan ini, merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan – kutipan dan ringkasan –ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya. Apabila dikemudian hari dan atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi apapun dari Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik dan atau gelar dan ijazah yang diberikan oleh Universitas Muhammadiyah Surakarta batal saya terima.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana semestinya.

Surakarta, 23 Juli 2018

Yang membuat pernyataan



DWITA RAKHMA DANI

MOTTO

- ❖ *Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang berilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan. (Al-Mujadillah:11)*
- ❖ *Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi sesama manusia (HR. Thabrani)*
- ❖ *Barangsiapa beriman kepada Allah dan hari akhir hendaknya ia berkata baik atau diam (HR. Muslim : 47)*
- ❖ *Bila seseorang dari kamu sedang marah hendaklah diam (HR. Ahmad)*
- ❖ *Jika kamu tidak disukai oleh lingkunganmu cobalah intropeksi diri, jangan pernah menuntut lingkungan berubah untuk kamu, tapi ubahlah dirimu untuk lingkunganmu, orang yang dapat mengikuti alur lingkungan adalah dia yang mudah diterima oleh orang lain (Rokhmat)*
- ❖ *Ketahuiilah bahwa orang yang pintar adalah dia yang bisa mengerti sekitar bukan hanya untuk dirinya sendiri (Penulis)*

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim

Dengan Rahmat Allah yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang. Dengan ini saya persembahkan karya kecil ini untuk :

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW
2. Orang tuaku tercinta, **Papa (Rokhmat)** dan **Mama (Sri Walini)**: Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada papa dan mama yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat kalian bahagia dan bangga.
3. Kakakku tersayang, **Ika Rahma Safitri** yang telah memberikan semangat untuk terselesainya tugas akhir ini. Terima kasih juga untuk mas duoReza.
4. Untuk keluarga ku di Solo, terutama Mbah Putri, Tante Menik, Agung dan Indra.
5. Andy Rosyulianta Irfan beserta keluarga yang telah mendoakan dan juga memberikan dukungan, sehingga terselesainya tugas akhir ini.
6. Terima kasih untuk teman-teman geotek seperjuangan Dini Rahadian, Debby PPE dan Naufal Hilmy atas kerja keras, bantuan, doa, nasehat, hiburan, traktiran dan semangat yang kalian berikan selama penyusunan skripsi ini. Terimakasih juga untuk Yaasin, Finisha, Teo, Anwar dan Rondy.
7. Terima kasih untuk Dimas sipil17 dan teman kontrakannya yang telah memberikan tempat untuk menyimpan tanah penelitian.
8. Untuk teman-teman getlost tersayang Suci, Aufi, Ating, Debby, Yaasin, Apri, Naim, Bestiar, Romadhon, Naufal, Dendy, Pak Wahyu, Adhi (Nyom), Wahid, Bagus Bodo dan Fauzi atas bantuan, doa dan semangat yang kalian berikan.
9. Teman-teman sepermainan Retno Daryanti dan Fiqa Islamiati yang selalu memberikan dukungan dan doanya sehingga terselesainya tugas akhir ini.
10. Teman-teman Teknik Sipil 2014 dan Anggota maupun pengurus KMTS. Sedulur Sipil 14 semangat untuk kalian semua segera selesaikan studi kalian. Semoga keakraban diantara Sipil14 selalu terjaga. Salam teknik!!
11. Terakhir, saya ucapkan terima kasih kepada orang-orang yang telah menjadi inspirasi saya. Maaf tidak bisa dituliskan satu-persatu, nama kalian pada kertas terbatas ini.

PRAKATA

Assalaamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillah. Puji syukur atas rahmat dan karunia Allah SWT sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini untuk mencapai derajat S-1 di Universitas Muhammadiyah Surakarta. Tak lupa penulis sampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah berjasa atas selesainya Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Ir. Sri Sunarjono, MT. PhD sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Dr. Mochamad Solikin sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Kepada dosen-dosen pembimbing dan penguji TA Bapak Anto Budi Listyawan, S.T. M.Sc., Bapak Agus Susanto S.T., M.T. dan Ibu Ir. Renaningsih, M.T yang selama ini meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya Tugas Akhir ini. Semoga amal bapak ibu menjadi amal jariyyah. Aamiin.
4. Bapak Ir. Abdul Rahman, M.T. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan.
5. Orang tua saya, yang senantiasa menyayangi, menginspirasi, mendidik, mendo'akan, berkorban, dan memberikan yang terbaik untuk anak-anaknya.
6. Seluruh dosen Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta terimakasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan dan semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAKSI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah.....	3
F. Keaslian Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tanah Lempung	6
B. Limbah Beton	7
C. Drainase Vertikal	7
D. Konsolidasi Tanah.....	8
E. Perbaikan Tanah.....	9
F. Tinjauan Penelitian Sejenis	10

BAB III LANDASAN TEORI

A. Sifat Fisis Tanah.....	11
1. Uji <i>Specific Gravity</i> (GS)	11
2. Kadar Air.....	11
B. Sifat-Sifat Mekanis Tanah.....	12
1. Uji Konsolidasi Tanah.....	12
a. Fase Konsolidasi.....	13
b. Indeks pemampatan tanah (C_c).....	14
c. Koefisien konsolidasi tanah (C_v).....	15
d. Penurunan konsolidasi (Sc).....	17
C. Pemadatan	18
D. Drainase Vertikal	18

BAB IV METODE PENELITIAN

A. Tinjauan Umum	19
B. Lokasi Penelitian.....	19
C. Bahan Penelitian	19
D. Peralatan Penelitian	19
E. Tahapan Penelitian	22

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Uji Sifat Fisis Tanah	25
1. Uji <i>Specific Gravity</i> (GS).....	25
B. Uji Sifat Mekanis Tanah	27
1. Koefisien Konsolidasi (C_v)	27
2. Indeks Pemampatan (C_c)	31
3. Penurunan Konsolidasi (Sc)	34

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	38
B. Saran	39

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel V.1. Hasil Uji Berat Jenis Tanah dengan Drainase Vertikal Limbah Beton Diameter Kolom 10 cm.....	25
Tabel V.2. Hasil Uji Berat Jenis Tanah dengan Drainase Vertikal Limbah Beton Diameter Kolom 15 cm.....	25
Tabel V.3. Hasil Uji Berat Jenis Tanah dengan Drainase Vertikal Limbah Beton Diameter Kolom 20 cm.....	26
Tabel V.4. Nilai Koefisien Konsolidasi (C_v) pada tanah dengan Drainase Vertikal Limbah Beton Diameter Kolom 10 cm.....	27
Tabel V.5. Nilai Koefisien Konsolidasi (C_v) pada tanah dengan Drainase Vertikal Limbah Beton Diameter Kolom 15 cm.....	28
Tabel V.6. Nilai Koefisien Konsolidasi (C_v) pada tanah dengan Drainase Vertikal Limbah Beton Diameter Kolom 20 cm.....	28
Tabel V.7. Perbedaan nilai C_v pada tanah sesudah dipasang drainase vertikal dengan material limbah beton diameter kolom 10 cm	30
Tabel V.8. Perbedaan nilai C_v pada tanah sesudah dipasang drainase vertikal dengan material limbah beton diameter kolom 15 cm.....	30
Tabel V.9. Perbedaan nilai C_v pada tanah sesudah dipasang drainase vertikal dengan material limbah beton diameter kolom 20 cm.....	31
Tabel V.10. Nilai indeks pemampatan (C_c) pada tanah dengan Drainase Vertikal Limbah Beton Diameter Kolom 10 cm.....	31
Tabel V.11. Nilai indeks pemampatan (C_c) pada tanah dengan Drainase Vertikal Limbah Beton Diameter Kolom 15 cm.....	32
Tabel V.12. Nilai indeks pemampatan (C_c) pada tanah dengan Drainase Vertikal Limbah Beton Diameter Kolom 20 cm.....	32
Tabel V.13. Perbedaan nilai C_c tanah sesudah dipasang drainase vertikal dengan material limbah beton diameter kolom 10 cm dengan tanah tanpa drainase vertikal.....	33

Tabel V.14. Perbedaan nilai Cc tanah sesudah dipasang drainase vertikal dengan material limbah beton diameter kolom 15 cm dengan tanah tanpa drainase vertikal.....	33
Tabel V.15. Perbedaan nilai Cc tanah sesudah dipasang drainase vertikal dengan material limbah beton diameter kolom 20 cm dengan tanah tanpa drainase vertikal.....	33
Tabel V.16. Perbedaan persentase nilai Cc tanah sesudah dipasang drainase vertikal dengan material limbah beton diameter 10 cm, 15 cm dan diameter 20 cm terhadap tanah tanpa drainase vertikal.....	34
Tabel V.17. Nilai penurunan konsolidasi (Sc) menggunakan drainase vertikal dengan material limbah beton diameter kolom 10 cm.....	34
Tabel V.18. Nilai penurunan konsolidasi (Sc) menggunakan drainase vertikal dengan material limbah beton diameter kolom 15 cm.....	35
Tabel V.19. Nilai penurunan konsolidasi (Sc) menggunakan drainase vertikal dengan material limbah beton diameter kolom 20 cm.....	35
Tabel V.20. Perbedaan persentase nilai Sc tanah sesudah dipasang drainase vertikal dengan material limbah beton diameter 10 cm terhadap tanah tanpa drainase vertikal.....	36
Tabel V.21. Perbedaan persentase nilai Sc tanah sesudah dipasang drainase vertikal dengan material limbah beton diameter 15 cm terhadap tanah tanpa drainase vertikal.....	36
Tabel V.22. Perbedaan persentase nilai Sc tanah sesudah dipasang drainase vertikal dengan material limbah beton diameter 20 cm terhadap tanah tanpa drainase vertikal.....	36
Tabel V.23. Perbedaan persentase nilai Sc tanah sesudah dipasang drainase vertikal dengan material limbah beton diameter 10 cm , 15 cm, dan 20 cm terhadap tanah tanpa drainase vertikal.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Sketsa Kotak Pengujian Tampak 3 dimensi.....	4
Gambar III.1. Penempatan sampel pada uji konsolidasi.....	12
Gambar III.2. Sifat khusus grafik hubungan penurunan terhadap waktu.....	14
Gambar III.3. Indeks pemampatan C_c	15
Gambar III.4. Metode akar waktu.....	16
Gambar IV.1. <i>Box</i> Pengujian.....	20
Gambar IV.2. Satu set alat uji <i>Specific Gravity</i> (GS).....	20
Gambar IV.3. Satu set alat uji <i>Specific Gravity</i> (GS).....	22
Gambar IV.4. Bagan Alir Tahapan Penelitian.....	24
Gambar V.1. Grafik Perbandingan G_s antara diameter kolom 10 cm, 15 cm, dan 20 cm.....	26
Gambar V.2. Grafik Perbandingan nilai C_v pada $P=0.04 \text{ kg/cm}^2$ antara diameter kolom 10cm, 15cm, dan 20 cm.....	28
Gambar V.3. Grafik Perbandingan nilai C_v pada $P=0.07 \text{ kg/cm}^2$ antara diameter kolom 10cm, 15cm, dan 20 cm.....	29
Gambar V.4. Grafik Perbandingan nilai C_v pada $P=0.11 \text{ kg/cm}^2$ antara diameter kolom 10cm, 15cm, dan 20 cm.....	29
Gambar V.5. Grafik perbandingan nilai indeks pemampatan (C_c) antara diameter kolom 10 cm, 15cm dan 20 cm.....	32
Gambar V.6. Grafik perbandingan nilai penurunan konsolidasi (S_c) antara diameter kolom 10 cm, 15 cm dan 20 cm.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Data Sekunder GS Beton (Solekan, 2017)

Lampiran B. Pemeriksaan Konsolidasi pada Drainase vertikal material
limbah beton diameter 10 cm

Lampiran C. Pemeriksaan Konsolidasi pada Drainase vertikal material
limbah beton diameter 15 cm

Lampiran D. Pemeriksaan Konsolidasi pada Drainase vertikal material
limbah beton diameter 20 cm

Lampiran E. Pemeriksaan Konsolidasi pada Pengujian lempung jenuh tanpa
drainase vertikal

Lampiran F. Lembar konsultasi

ANALISIS KONSOLIDASI TANAH LEMPUNG LUNAK DENGAN LIMBAH BETON SEBAGAI DRAINASE VERTIKAL

ABSTRAKSI

Tanah merupakan bagian dasar dari pembangunan suatu struktur. Ada beberapa masalah yang terjadi pada konstruksi baik jalan ataupun gedung, misalnya kerusakan struktural pada bangunan akibat penurunan yang terlalu berlebihan atau akibat penurunan yang berbeda. Apabila konstruksi bangunan didirikan pada tanah tersebut maka akan terjadi kerusakan – kerusakan pada konstruksi bangunan tersebut seperti retakan pada jalan raya, jembatan, kerusakan struktur plat, kerusakan pondasi, penurunan dan lain sebagainya. Apabila tanah mengalami masalah harus dilakukan perbaikan dengan cara memperbaiki sifat-sifatnya. Upaya yang dilakukan untuk perbaikan tanah yaitu dengan menggunakan drainase vertikal, yang memanfaatkan limbah beton sebagai material isi drainase vertikal. Pada penelitian ini drainase vertikal menggunakan variasi diameter, yaitu 10 cm, 15 cm dan 20 cm. Dan pengambilan sampel dengan variasi jarak, yaitu 16.67 cm, 33.33 cm dan 50 cm. Pengujian sampel tanah sesudah pemasangan drainase vertikal dengan material limbah beton berupa pengujian konsolidasi, untuk mendapatkan nilai koefisien konsolidasi (C_v), index pemampatan (C_c) dan penurunan konsolidasi (S_c). Hasil dari penelitian menggunakan drainase vertikal material serbuk limbah beton diperoleh perubahan nilai C_v , C_c dan S_c terhadap tanah asli, pada kolom 10 cm nilai C_v 68.662%, C_c 29.892% dan S_c 26.008%. Pada kolom 15 cm nilai C_v 84.725%, C_c 44.850% dan S_c 43.952. Pada kolom 20 cm nilai C_v 93.628%, C_c 58.115% dan S_c 49.731%. Dari ketiga perbedaan diameter drainase vertikal material serbuk limbah beton dapat dilihat bahwa menggunakan diameter 20 cm lebih efektif untuk perbaikan tanah pada Desa Troketon, Kecamatan Pedan, Kabupaten Klaten.

Kata kunci: *Konsolidasi, Limbah Beton, koefisien konsolidasi, indeks pemampatan dan penurunan konsolidasi*

ANALYSIS OF SOFT CLAY SOIL CONSOLIDATION WITH CONCRETE WASTE AS VERTICAL DRAINAGE

ABSTRACTION

Soil becomes the basic part of building a structure. There are some problems that occur in the construction of roads or buildings, such as structural damage in the buildings due to excessive settlement or differential settlement. If the construction build on that soil there will be damage to the construction of the building such as cracks in roads, bridges, plate structure damage, foundation damage, settlement and other damage. If the soil has a problem it should be improved by improving its properties. A solution for soil improvement by using vertical drainage, which utilizes concrete waste as a content material for vertical drainage. In this research using variations diameter for the vertical drainage is 10 cm, 15 cm and 20 cm. And variation of distance for sampling is 16.67 cm, 33.33 cm and 50 cm. Testing of soil samples after installation of vertical drainage with concrete waste material is consolidation test, to obtain the value of coefficient of consolidation (C_v), compression index (C_c) and consolidation settlement (S_c). The result of the research using concrete waste for vertical drainage material content obtained the value of C_v , C_c and S_c against original soil, in 10 cm column the value of C_v 68.662%, C_c 29.892% and S_c 26.008%. In 15 cm column value of C_v 84.725%, C_c 44.850% and S_c 43952. In 20 cm column value of C_v 93.628%, C_c 58.115% and S_c 49.731%. From the three differences in diameter of vertical drainage using concrete waste can be seen that using 20 cm diameter more effective for soil improvement in Troketon Village, Pedan District, Klaten District.

Keywords: *Consolidation, Concrete Waste, coefficient of consolidation, compression index and consolidation settlement*